



TITLE:

温泉の湧出曲線に就て

AUTHOR(S):

石川, 成章

CITATION:

石川, 成章. 温泉の湧出曲線に就て. 地球 1928, 10(1): 22-39

ISSUE DATE:

1928-07-01

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/183464>

RIGHT:

百五十度の點に就きては、未だ説明に充分なる實驗を行はないから、此等は更に後日の研究を待つ事にする。

溫泉の湧出曲線に就て

石 川 成 章

一、從來測定せられた湧出量の記録

本邦溫泉の湧出量に就き、文献を參照するに、日本鑛泉誌(明治十九年内務省衛生局編纂)には、其記載無く、Mineral Spring of Japan(大正四年發刊、内務省東京衛生試驗所著)に於て、石津氏は各溫泉の一晝夜間の流出量を記載せるも、其測定方法を記載せず、凡例に於て概算に過ぎずと言明してある。

山形縣東置賜郡赤湯町赤湯溫泉の調査報文(明治廿七年、地學雜誌第十六集)に於て、金原信泰氏は、泉量を測定するに當り、先づ各溫泉附屬の浴槽の容積を知り、次に溫泉の之を充すに要する時間を計りて、之を知れりと附記せり。是が溫泉流出量を測定する最も普通の方法であるが、實際溫泉が、浴槽の下底から、空槽内に湧き出る時は、上方よりの靜水壓を受け無いから、自由に湧き出て、一分間の湧出量が割合に多いが、溫泉が浴槽内に貯溜するに従て、上方から湧出口に靜水壓

を加へ浴槽内の湯の深さが増すに従て、靜水壓が増加するから、一分間の湧出量は漸減する譯で、空槽内に初めて流入する頃の湧出量と、浴槽に充溢する頃の湧出量とは、大に異なるのは當然である、即ち溫泉が下方の湧出口から、空槽内に流入する初めから、浴槽に充滿する迄、湧出量は時々刻々に變化する筈であつて、其變化は拋物線(Parabola)に近い、或る曲線を畫くものと推定せらるる、此曲線を便宜上溫泉湧出曲線(Flow curve)と稱する事にする。

空槽内に下から溫泉が流入し初めた時から、浴槽に充滿する迄の時間で、浴槽内の泉量を除して得た湧出量は、全充滿迄の間の平均湧出量であつて、各時刻に於ける實際の湧出量を如實に示すもので無いから、浴槽に溫泉を充すに幾何の時間を要するかといふ場合の參考には爲るが、浴槽に充滿後溢出する量とも違へば、靜水壓に影響せられ無い溫泉の眞の湧出量とは大に異なるものである事を知らねばならぬ。

二、湧出量の種類

故に浴槽、受枥又はタンク等に下方の湧出口から流入する溫泉に於ては、少くも三種の湧出量を測定する必要がある譯である、第一は浴槽又は受枥、タンクの全充滿に要する時間の平均湧出量で第二は充滿後尙溢流する湧出量、第三は空槽内に湧出する、靜水壓の影響なき、溫泉の眞の湧出量である、然るに湧出の強盛なる溫泉に於ては、實際湧出口を完全に閉塞して、受枥又はタンク、浴槽を全く空虚にする事の困難な場合が尠なく無いものであつて、此場合には一定時間内の湧出量の

變化を成るべく精密に觀測して、湧出曲線の方程式を求め、此方程式から、理論的に最初の湧出量を算出するの他は無い。是點からでも、成るべく眞に近い湧出曲線の方程式を得ることが必要である。

從來本邦の溫泉調査報文を參照するに、湧出量に關しては、往々全然記載無きものがあり、又湧出量の記載してあるものに於ても、其測定方法の記載の無いのが多く、從て前記の三種の湧出量の果して何れに當るかを明瞭に知り難いのが尠なく無いのは遺憾であるが、大體に於て、第一種の湧出量を記載せるものが最も多い様である。

伊豆熱海噴湯泉、陸前鬼首噴泉、肥前小濱の噴泉、越後瀬波の噴泉、山形縣最上溫泉、下野栗山村噴泉、北海道二股溫泉、紀伊湯崎間歇噴泉の如き、自然に空中に噴出する溫泉に於ては、其噴出前、地中に於ては、他の普通溫泉と同じく、地下水の靜水壓の影響を受ける事勿論であるが、浴槽やタンク等の靜水壓には關係なき湧出量が測らるる譯であつて、從來報告せられたのは、前記三種の湧出量と認むべきである。

福島縣石城郡湯本溫泉調査報文（明治四十二年、地質調査所報告第十四號）に、中村新太郎氏の記載せる湧出量は、報文中に明記せるが如く、湧出泉のみに就き、浴槽に注入せる湯口に一升枬を當て其充滿に要する時間を計り、一分時間の水量に換算したもので、亦浴槽の靜水壓に關係なき、前記第三種の湧出量である。

伊豫道後溫泉調査報文（大正四年、地學雜誌第廿七集）に於て、河野密氏が記載せる湧出量は、

湧出口より流出せる量を測定したもので、矢張前記第三種の湧出量と認めらるる。

神奈川縣湯河原溫泉調查報文（大正四年、地學雜誌第廿七集）に、小林儀一郎氏の記載せる湧出量、山縣形上ノ山溫泉調查報文（大正十一年、地學雜誌第三十四集）に同氏の記載せる湧出量は、何れも試掘井より湧出する泉量であるが、果して前記第三種に該當するものなりや否や、測定の方法が記載して無いから明瞭で無い。

箱根溫泉調查報文（大正五年、地質調查所報告第五十九號）に於て、佐藤傳藏氏の報告によれば湧出口より、溫泉を竹管に導き、又は石室に貯溜し、是から浴槽に輸送するのであつて（但し仙石屋の二色湯のみは、直接に浴槽内に湧出す）湧出量の測定は、浴槽に導く導管に四斗樽を充て、其充滿に要する時間を計上し、一分時間に於ける水量を算出したといふ事であるが、貯溜石室から湯の引出口が、石室の上端に在るならば、石室内に貯溜する湯の深さに相當する静水壓が、下方からの湧出量に影響を及ぼす譯であつて、前記湧出量の第二種に該當する筈であるが、湯を引く間、石室内の湯の深さを常に同一に保た無ければ、湧出量は始終變化する事と爲る。

加賀國中溫泉調查報文（小川琢治氏、明治卅七年、地學雜誌第十六集）熱海溫泉調查報文（神津俣祐氏、大正元年、地學雜誌第廿四集）青森縣南津輕郡大鰐、藏館溫泉調查報文（小林儀一郎氏、大正三年、地質調查所報告第四十七號）渡島國龜田郡根崎村湯ノ川溫泉調查報文（岡村要藏氏大正五年、地質調查所報告第五十五號）福島縣耶麻郡日中溫泉調查報文（門倉三能氏、大正五年、地質調查所報告第五十九號）山形縣西田川郡由良鎮泉調查報文（佐藤傳藏氏、大正八年地質調查所報告第七十九號）諏訪溫

泉調査報文(佐藤傳藏氏、大正十二年、地學雜誌第三十五集)北海道登別溫泉調査報文(田中館秀三氏、大正十三年、地學雜誌第三十六集)南紀湯崎溫泉調査報文(石川成章、大正十五年、地球第五卷)京都府木津溫泉調査報文(同上、昭和二年、地球第七卷)に記載せる湧出量は、何れも空槽時より溶槽に湯が充滿する迄の時間、又は相當長時間の平均を示したもので、第一種湧出量と認むべきである。

三、湧出曲線

下方から溶槽に湧出する溫泉湧出量の變化を研めんが爲めに、自分は、大正十三年八月、鳥取縣東伯郡三朝溫泉ミササに於て、各溶槽に就き、槽内の湯の成るべく少量なる時より、湯の深さの増加を一定時間内精密に觀測し、次で大正十四年一月、和歌山縣西牟婁郡瀬戸鉛山村湯崎溫泉の各湯に於て、先づ溶槽内の湯を排除し、空槽時から充滿時迄の湧出狀況を、各時刻に於ける湯の深さによりて、精密に觀測した、是等觀測の事實に基き、湧出量の時々刻々の變化を示す湧出曲線を書いて見た、第一圖に示すものは、三朝溫泉西藤館の男湯の湧出曲線である、即ち時刻(秒)を横軸に、溶槽内の湯の深さ(分)を縦軸に取り、各時刻に於ける觀測の結果を點にて圖上に記入し、之を線にて連絡したものである。此線の形狀により溫泉湧出の狀況を餘程精密に知る事が出来る。

先づ湧出の不規則な湯は曲線に凸凹を生じ規則正しきものほど線が滑かな譯で、且つ又湧出の強盛なる溫泉ほど此線が上方に立ち、微弱な溫泉ほど横に寝る譯で、若し槽内湯の靜水壓に影響せられず、一定の割合で槽内に流入するならば、此線は一定の傾きを有する直線と爲り、靜水壓の影響

を受くること大なる温泉ほど、甚しく曲る譯であつて、若し槽内湯の静水壓が、下よりの湧出壓と釣り合ふ深さに達すれば、其より以上深さは増さ無い譯で、湧出曲線は遂に横軸と殆んど平行と爲る、即ち此湧出曲線は、横軸に殆んど平行なる漸近線 (Asymptote) を有するものであつて、拋物線 (Parabola) に近い曲線と考へて支障無い。

今浴槽内の湯の深さを y とし、時刻を t 、温泉に特有なる常數を A 及び n とすれば湧出曲線は、

$$y = At^n \dots \dots \dots (1)$$

に近いものと推定する事が出来るが、曲線の儘では、觀測の數値を適用して、果して此式がよく適合するや否やを檢味するに不便であるから、是を直線式に直す方が便利である。即ち (1) 式を對數式とすれば、

$$\log_{10} y = \log_{10} A + n \log t \dots \dots \dots (2)$$

と爲る、是は明かに直線の方程式であるから、觀測した y 及び t の數値から、其對數 (\log) を求め其各値を點にて圖上に記入し、之を列ねたるものが、若し直線と爲るならば、(1) の曲線式が適合するものなる事を知ることが出来ると同時に、今畫いた直線と觀測値とにより、 A 及び n の値を知ることが出来る。

前記三朝温泉西藤館藤井えつの男浴槽に於て、大正十三年八月廿七日、午前十時五十一分、湯の深さ七寸の時から觀測を初め、深さ五分宛増加した時刻を精密に測り、深さ一尺四寸の時迄觀測した數値の對數を以て、試に圖上に記入し、之を連結して見た處が殆んど直線に爲つたから、湧出曲

線は、前記の方程式が或程度迄適合する事を知る事を得た。

依りて(1)式のA及びnの値を求むるに、(2)式に於て、 $t=1$ なる時は、 $\log_{10} t=0$ であるから(2)式は

$$\log_{10} y = \log_{10} A$$

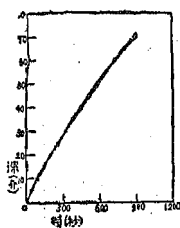
と爲る、故に圖上の直線を延長して、縦軸に交はらしめ、

$$\log_{10} y = \log_{10} A = -0.613 = \overline{1.387} \therefore A = 0.243$$

なる數値を得、是を(2)式に適用して、更に $\log_{10} t$ 并に $\log_{10} y$ の數個の觀測値より、(2)式によりてnの平均値を計算して $n = 0.835$ なる値を得た、是に於て求むる處の湧出曲線の方程式

$$y = 0.243 t^{0.835}$$

第一圖



湯館藤西温泉三朝
湧出曲線

を得た、實際觀測に依る湧出曲線と、此方程式にて表はせる湧出曲線とを比較するに、かなりよく符合すること第一圖及び左の表に示す通りである。

圖中實線にて示すは觀測によるものにして、破線は前記方程式より計算して得たる結果を示す。(圖を縮小したる爲め兩線殆んど合せ

り)

(1)鳥取縣東伯郡三朝温泉、西藤館藤井えつ湯

浴槽内湯ノ深サ (観測値)y(分)	時 刻 t (秒)	方程式より計算した			湧 出 曲 線
		$\log_{10} y$	$\log_{10} t$	y	
0	0	- Co	- Co		
5	37.1	0.699	1.569	4.97	
10	87.3	1.000	1.941	10.16	
15	140.2	1.176	2.147	15.14	
20	194.2	1.301	2.288	19.77	
25	255.4	1.398	2.407	24.91	
30	317.0	1.477	2.501	29.84	
35	378.3	1.544	2.578	34.49	
40	442.2	1.602	2.646	39.39	
45	510.2	1.653	2.708	44.38	
50	582.1	1.699	2.765	49.54	
55	658.2	1.740	2.818	54.83	
60	729.2	1.778	2.863	59.79	
65	809.3	1.813	2.908	65.17	
70	897.3	1.845	2.953	71.07	
210	2760.0	2.32222	3.44091	181.5	
219	3120.0	2.34044	3.49415	201.0	
233	3780.0	2.36736	3.57749	235.9	
240	4200.0	2.38021	3.62325	257.7	

湧
出
曲
線

$$y = 0.243t^{0.533}$$

尙前記西藤館の湯に於て、参考の爲め充滿に近き時の湧出の状況を観測した、空槽時から湯の深さが二尺一寸に至る迄に、四十六分を要し、更に二尺一寸九分迄に六分、二尺三寸三分迄に更に十一分、是から深さ二尺四寸即ち充滿迄七分を要した、前記の湧出曲線方程式は、湯の深さ七寸から、一尺四寸迄約十五分間の観測から導いたものであるが、是が其時から五十五分經過せる、充滿時の附近で、如何なる程度迄適合せらるべきかを検味する爲め、前掲の表中横線以下の計算を試みたが表中に示すが如く、観測した湯の深さ、二尺三寸三分の時、方程式から計算して得た値は二尺三寸六分と爲り、二

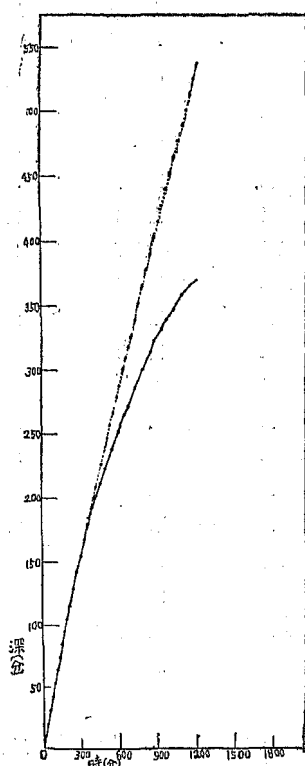
温泉の湧出曲線に就て

尺四寸の充滿時の計算値は、二尺五寸八分と爲りて、其差は意外に僅少である、即ち觀測した値から、觀測時間の約四倍後の時の湧出量迄を略々推定し得る事と爲る。

(2) 和歌山縣西牟婁郡瀬戸鉛山村湯崎溫泉濱之湯

大正十四年一月五日午前一時〇分より、午後十一時五十分に至る間に於て、空槽時から溶槽に湯

第二圖



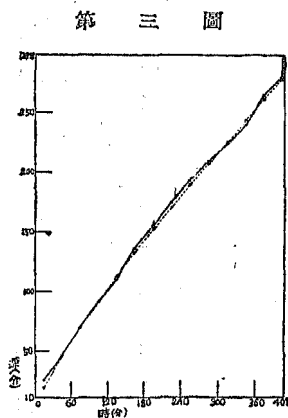
湯崎溫泉濱之湯湧出曲線

$$y = 0.912x^{0.9}$$

を得た、此方程式より計算を、溶槽内の湯の深さの増加によりて觀測し、此數値から、前記と同様の方法により、湧出曲線の方程式を得た、此方程式より計算を得た、此方程式より計算を得た、即ち初めより二時間、湯の深さ一尺九寸四分迄の間は、觀測値と計算値との差僅に二、三分に過ぎない、初より一〇時間を経、湯の深さ二尺五寸五分に至りて、計算値は三寸三分の差を生じ、之より漸次差が増大して、二〇時間に至りては、兩者の差が一尺六寸七分と爲る。

時刻 t (分)	湯ノ深サ y (分)	$\log t.$	$\log y.$	計算シタ $\log y.$	計算シタ y.
10	10	1.0000	1.0000	0.8600	7.25
20	15	1.3130	1.1761	1.1417	14.00
30	20	1.4771	1.3010	1.2894	19.47
40	25	1.6021	1.3979	1.4019	25.23
50	31	1.6990	1.4914	1.4891	30.84
60	37	1.7782	1.5682	1.5604	36.34
70	42	1.8451	1.6232	1.6206	41.75
80	48	1.9031	1.6812	1.6730	47.10
90	54	1.9542	1.7324	1.7190	52.40
100	58	2.0000	1.7634	1.7600	57.60
110	64	2.0414	1.8082	1.7972	62.70
120	68	2.0792	1.8325	1.8313	67.80
130	74	2.1139	1.8692	1.8625	72.90
140	80	2.1461	1.9031	1.8915	77.90
150	85	2.1761	1.9294	1.9185	82.90
160	90	2.2041	1.9542	1.9437	87.80
170	95	2.2304	1.9777	1.9674	92.80
180	100	2.2553	2.0000	1.9900	97.80
190	105	2.2788	2.0212	2.0109	103.55
200	110	2.3130	2.0414	2.0417	110.1
210	115	2.3222	2.0607	2.0500	113.2
220	120	2.3424	2.0792	2.0682	117.0
230	125	2.3617	2.0969	2.0855	121.8
240	129	2.3802	2.1106	2.1022	126.5
250	133.5	2.3979	2.1255	2.1181	131.3
260	138	2.4150	2.1399	2.1335	136.0
270	143	2.4314	2.1553	2.1483	140.7
280	148	2.4472	2.1703	2.1625	145.4
290	152	2.4624	2.1818	2.1862	153.4
300	155	2.4771	2.1903	2.1894	154.7
310	159	2.4914	2.2014	2.2023	159.3
320	164	2.5051	2.2148	2.2146	163.9
330	168	2.5185	2.2253	2.2287	168.5
340	172	2.5315	2.2355	2.2384	173.1
350	176	2.5441	2.2455	2.2497	177.7
360	180	2.5563	2.2553	2.2607	182.3
370	185	2.5682	2.2672	2.2714	186.8
380	189.5	2.5798	2.2776	2.2818	191.4
390	194	2.5911	2.2878	2.2920	195.9
400	197	2.6021	2.2945	2.3019	200.4
410	200	2.6128	2.3010	2.3115	204.9
420	203	2.6232	2.3075	2.3209	209.3
430	207	2.6335	2.3160	2.3302	213.9
440	209	2.6435	2.3201	2.3392	218.8

ソコデ、觀測による濱之湯湧出の實況と、曲線方程式とを仔細に檢味するに、濱之湯は湧出の強盛ならざる温泉で、浴槽内の静水壓の影響を蒙むる事、割合に大なる筈であるのに、曲線方程式は空槽内に湧出する初めの頃の觀測數値から得たものであつて、曲線方程式の t の指數が 1 に近いのは、直線に近いのであるから、浴槽内に湯の少ない間は、静水壓の影響も少ない譯で y の計算値と觀測値とが、よく符合するが、充滿に近い時に至れば、静水壓の影響が甚しく、従て兩者の値に可なりの差異を來す事と爲るのである、さりとて充滿に近い時の觀測値から曲線方程式を求むれば、明に初めの時の觀測値に符合し無い、畢竟斯る場合の湧出曲線は、茲に假定したものよりも餘程複雑な形のもので無ければ、終始一貫して觀測値と符合する様には爲ら無いものと思はる。併し斯る不完全なる湧出曲線方程式でも、初め一、二時間の觀測から、六、七時間後を推測しても、其誤



湯崎温泉疝氣湯湧出曲線

差は僅に二、三分を出で無いといふ事に於て、満足し無ければならない。

(3) 湯崎温泉疝氣湯大正十四年一月四日午後十一時五十分より五日朝七時に至る觀測に基き、前記と同様の方法により、湧出曲線方程式 $y = 1.919t^{0.323}$ を得た、表に示すが如く y の觀測値と計算値との差は、三、四分を出で無い、但最後の觀測値は、多分觀測の誤であらう。

温泉の湧出曲線に就て

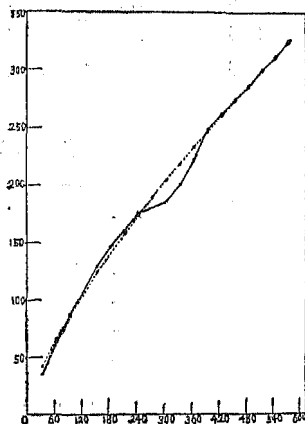
時刻 t (分)	湯ノ深サ計 y (分)	log t.	log y.	計算シタ logy	計算シタ y
15	25	1.1761	1.3979	1.2580	18.12
45	45	1.6532	1.6532	1.6535	45.03
75	69	1.8751	1.8388	1.8375	68.79
105	91	2.0212	1.9590	1.9586	90.91
135	110	2.1303	2.0414	2.0490	111.9
165	136	2.2175	2.1335	2.1213	132.2
195	155	2.2900	2.1903	2.1814	152.9
225	175	2.3522	2.2430	2.2330	171.0
255	193	2.4065	2.2856	2.2780	189.7
285	210	2.4543	2.3222	2.3180	208.0
315	225	2.4983	2.3522	2.3541	226.0
345	240	2.5378	2.3802	2.3863	243.8
375	265	2.5740	2.4232	2.4163	261.1
405	280	2.6075	2.4472	2.4446	278.4
407	296	2.6096	2.4713	2.4464	279.5

曲線方程式

$$y = 3.052t^{0.1286}$$

初めと中頃とに、yの観測値と計算値と符合し無いのがあるが、是は観測の當時、湯が横の穴から洩れたのを後に氣付いた、即ち観測値よりも計算値の方が眞に近いのである。

第四圖



湯崎温泉元ノ湯湧出曲線

(4)湯崎温泉元ノ湯、觀測時、大正十四年一月五日午前〇時五分より午前九時四十分に至る間、湧出

時刻 t (分)	湯ノ深サ y (分)	$\log t$	$\log y$	計算シタ $\log y$	計算シタ y
35	35	1.5441	1.5441	1.6187	41.56
65	63	1.8129	1.7993	1.8159	65.45
95	87	1.9777	1.9395	1.9363	86.46
125	—	2.0969	—	—	—
155	129	2.1903	2.1106	2.0323	123.8
185	146	2.2672	2.1643	2.1492	141.0
215	160	2.3324	2.2041	2.1970	157.4
245	175	2.3892	2.2430	2.2387	173.3
275	180	2.4393	2.2553	2.2755	188.6
305	185	2.4843	2.2672	2.3035	203.4
335	200	2.5250	2.3010	2.3383	217.9
365	222	2.5623	2.3463	2.3657	232.1
395	243	2.5966	2.3944	2.3909	246.0
425	261	2.6284	2.4166	2.4142	259.6
455	274	2.6580	2.4377	2.4359	272.9
485	285	2.6857	2.4548	2.4562	285.9
515	300	2.7118	2.4771	2.4754	298.8
545	310	2.7364	2.4914	2.4934	311.4
575	325	2.7597	2.5119	2.5105	324.0
580	326	2.7624	2.5132	2.5132	326.0

地

球

第十卷

第一號

圖

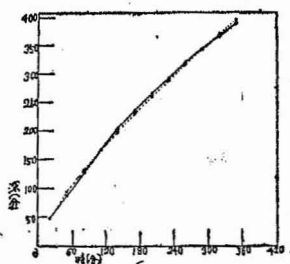
三四

(5) 湯崎溫泉屋形ノ湯、觀測時、大正十四年一月五日午前十一時より午後六時に至る間

湧出曲線方程式

$$y = 4.721t^{0.756}$$

第五圖



湯崎溫泉屋形ノ湯湧出曲線

時刻 t (分)	湯ノ深サ y (分)	log t.	log y.	計算シタ log y	計算シタ y
20	46	1.3010	1.6628	1.6575	45.4
50	86	1.6990	1.9345	1.9584	90.9
80	126	1.9031	2.1004	2.1127	129.6
110	166	2.0414	2.2201	2.2173	165.0
140	204	2.1461	2.3096	2.2970	198.2
170	235	2.2304	2.3711	2.3602	229.2
200	265	2.3010	2.4232	2.4140	259.4
230	292	2.3617	2.4654	2.4594	288.0
260	320	2.4150	2.5051	2.4997	316.0
290	344	2.4624	2.5366	2.5356	343.3
320	367	2.5051	2.5647	2.5679	369.7
350	389	2.5441	2.5899	2.5973	395.6

$y = At^n$ $\log y = \log A + \log t.$ $\log y - \log A = n \log t.$
 $t = 1$ ナルトキハ $\log t = 0 \therefore \log y = \log A.$ 圖ニヨリ $\log y = \log A = 0.674.$
 $A = 4.721.$

$$(2.5899 - 0.674) \div 2.5441 = 0.7530.$$

$$(2.5647 - 0.674) \div 2.5051 = 0.7547.$$

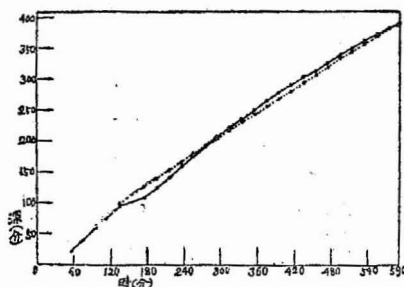
$$(2.5366 - 0.674) \div 2.4624 = 0.7564.$$

$$(2.5051 - 0.674) \div 2.4150 = 0.7582$$

$$0.7530 + 0.7547 + 0.7564 + 0.7582) \div 4 = 0.7557$$

$$\therefore n = 0.756$$

第 六 圖



湯崎温泉鑛ノ泉湧出曲線

(6) 湯崎温泉鑛ノ湯一名間歩湯ノ觀測
 時、大正十四年一月六日午後一時
 三十四分より午後十二時に至る間
 湧出曲線方程式

$$y = t^{0.756}$$

時刻 t (分)	湯ノ深サ y (分)	log t.	log y.	計算シタ log y	計算シタ y	
55	20	1.7404	1.3010			地
75	39	1.8751	1.5911			
95	59	1.9777	1.7708			
115	78	2.0607	1.8921			
135	94	2.1303	1.9731	1.9918	98.1	球
155	-	2.1903				
175	108	2.2430	2.0334	2.0972	125.1	
195	124	2.2900	2.0934	2.1412	138.4	
215	140	2.3324	2.1461	2.1808	151.6	
235	158	2.3711	2.1987	2.2169	164.8	
255	175	2.4065	2.2430	2.2501	177.9	
275	191	2.4393	2.2810	2.2807	190.9	
295	206	2.4698	2.3139	2.3093	203.8	
315	220	2.4983	2.3424	2.3359	216.7	
335	234	2.5250	2.3692	2.3609	229.6	
355	249	2.5502	2.3962	2.3844	242.4	第十卷
375	263	2.5740	2.4200	2.4067	255.1	
395	277	2.5966	2.4425	2.4278	267.8	
415	289	2.6180	2.4609	2.4478	279.5	
435	301	2.6385	2.4786	2.4670	293.1	第一號
455	312	2.6580	2.4942	2.4852	305.6	
475	324	2.6767	2.5106	2.5027	318.2	
495	337	2.6946	2.5276	2.5195	330.7	
515	349	2.7118	2.5428	2.5355	343.2	三
535	360	2.7284	2.5563	2.5511	355.7	
555	371	2.7443	2.5694	2.5659	368.1	
575	381	2.7597	2.5809	2.5803	380.5	
590	388	2.7709	2.5888	2.5908	389.8	三六

初め一時間半
 餘の間、浴槽
 の側の栓を挿
 入するのを忘
 れ、湯の深さ
 が正當で無い
 から、此間の
 觀測値は取ら
 ぬ事にした、
 是が爲めに方
 程式の常數の
 計算には觀測
 の初めから、
 九時間以後の
 觀測値平均を
 採つたから、
 初めの方は y

の観測値と計算値との差異が、割合に多いが、終りの方は可なり善く符合して居る。

一般に温泉の湧出が不規則な時は、観測に依りて書いた湧出曲線に凸凹が出来るから、如何なる部分に湧出の異常があるかを、曲線の形状から直に推定する事が出来る。

四、湧 出 量

前記各温泉に於て、實際観測した空槽時（但し三朝温泉西藤館の湯のみは、槽内の湯の深さ七寸の時観測せり）の湧出量と、全充滿時平均の湧出量、及び湧出曲線から計算して得た初めの湧出量を表示すれば、左の通りである。（湧出曲線に於て $t=1$ の時の湧出量）

温 泉 名	空槽時の一分間湧出量 観測結果	全充滿時間平均 計算結果 一分間湧出量
(一)三朝温泉西藤館湯	〇・二九九五	〇・七二八（但し湯ノ深 サ七寸ノ時）
(二)湯崎温泉濱之湯	〇・〇五二〇	〇・〇三九七
(三)湯崎温泉疋氣湯	〇・〇二七〇	〇・〇四八〇
(四)湯崎温泉元ノ湯	〇・〇三二	〇・一一八
(五)湯崎温泉屋形ノ湯	〇・一一二	〇・一九一
(六)湯崎温泉鑛ノ湯	〇・〇九三	〇・〇四四
		〇・〇六三二

此観測値と計算値と合は無いのは、観測の時、多少洩れた量のあると、計量器の不完全な爲め、量が正確で無い爲めであらう。

五、要 結

温泉の湧出量は、下方から浴槽又は貯湯槽に流出するものに於ては、槽内の湯の静水壓の影響無き空槽時の湧出量と、全充滿時間の平均湧出量と、充滿後溢流する湧出量との三種ありて、之を區別して測知する事が必要であるが、從來の湯泉調査報文には、是が明瞭に記載せられて無いのが多いのは、遺憾である。

浴槽又は貯湯槽の面積が、下底から上端まで、一樣なるものに於ては、湧出による湯の深さの増加を觀測し、時刻と深さから湧出曲線を書けば、温泉湧出の状況を考察するに最も便利で、湧出の強弱や異常等を容易に知ることが出来る。

一定時間内前記觀測の數値から、湧出曲線の方程式を得べく、是から空槽時の初めの湧出量を算出することが出来、空槽時から浴槽充滿迄に要する時間、又は一定時間後浴槽内の湯の深さを略々推算する事が出来る、此計算の結果は、觀測時間の約四倍迄、可なり善く實際と符合する事が、前記の實例によつて判つた。

湧出曲線の形は、温泉毎に異なるが、概して $y = At^n$ なる方程式が或る程度迄適合するものが多く指數 n が 1—2 なれば拋物線、1 ならば直線で、其中間の曲線である、從て n が 1 に近いほど直線に近く、 n が 1—2 に近いほど拋物線に近似する。

此曲線が適合するや否やを檢味するには

$\log_{10} y = \log_{10} A + n \log_{10} t$ なる直線方程式に直ほし、観測値の y (湯の深さ) 及び t (時刻) から $\log_{10} y$ 、 $\log_{10} t$ を求め、 $\log_{10} y$ を縦軸に、 $\log_{10} t$ を横軸に取りて、之を記入した諸點を連結し、直線と爲れば前記の方程式が適合する事が判り、若し直線に爲らねば、前記の式が適合せぬ事が知らるる。

空槽内に湧出する時の湯の量は、 $t=1$ なるときは $\log_{10} t=0$ 。であるから、前記方程式は、 $\log_{10} y = \log_{10} A$ と爲る、此時の y 即ち A の値に、浴槽の斷面積を乗ずれば、 $t=1$ なるときの湧出量が得らるる。

此計算の結果と観測湧出量とを比較して、正確を検する事が出来る。

温泉の湧出力に對し、浴槽の深さが大に過ぐるときは、浴槽に湯を充すに非常な長時間を要し、且つ浴槽内の湯の轉換が遅鈍と爲るから、浴槽の深さを適當に定むるに當りて、此湧出曲線を參考すべきである。(完)